

神戸大学 大学教育研究センター 大学教育研究
第 4 号 (1995年度) 1996年 3月発行 : 103-111

物理学授業への新しい取り組み (保健学科の場合)

本間康浩 (工学部電気電子工学科助教授)

物理学授業への新しい取り組み（保健学科の場合）

本間康浩（工学部電気電子工学科助教授）

Ⅰ. 問題の発端

医療技術短期大学部から医学部保健学科への改組により、今年度から医学部保健学科の学生受け入れが始まった。筆者は、物理学Ⅰ、物理学Ⅱの講義を担当したが、医療短大時代から物理学を担当してきたものとして、従来型の物理学の教授法による授業に疑問を持ちまた限界も感じていたので、このような機会は、いわば「教育方法の見直しの絶好のチャンス」と思えた。良く知られているように、医学系の場合、文系ではなく理系であっても学生の殆どは、生物学あるいは化学を受験科目として高校で勉強して来る。従って、理系の学問の基礎としての物理学は殆ど学んで来ていない。また、全般的傾向として、受験の為のテスト問題を解く訓練に教育の重心が寄っているため、（１）自然現象そのものをまず見つめること、（２）その現象の現れ方・解釈は他面的なもので、（３）一つの法則で説明できるのはむしろ特殊であるという問題意識が弱い。これは、現実の自然現象の中から新たな発見をしていく、あるいは現実的な問題に対応していく為には是非とも必要な力である。また、医療技術の世界には最先端の科学技術が用いられ、ともすれば人間的であるべき医療の世界が機械的なものに流されてしまいそうな状況である。このような大きなギャップをいかに埋めていくか、についての問題意識から、保健学科学生に対する物理学教育について、従来の物理学の授業方法からはかなり異なる方法をとってみた。担当した物理学は物理学Ⅰ、物理学Ⅱである。前者は保健学科全専攻対象、後者は看護学専攻を除いた専攻対象となっており、前者においては物理学というより自然科学的な視点・方法を学ぶことに、後者は専門基礎科目を強く意識して、最新医療機器の代表としての超音波機器、X線機器、MRIを理解するのに必要な物理学を教えた。本報告はその試みについてのまとめである。

Ⅱ. 物理学Ⅰ（前期選択・対象：保健学科全学生）の授業目的及び方法

前項に述べたことを基本的問題意識として、また、専門基礎教育科目とはなっているが保健学科の全専攻の学生が受講することを加味して実際の授業においては具体的に以下の点に注意して内容を考えた。

- （１）殆どの学生が高校で物理学を学んで来ていない。
- （２）体系化された物理学の短時間での修得は困難であること。
- （３）対象学生が物理学の数式化された定式を直接利用することはまず無い。
- （４）学ぶことにおいて常に受け身であるように訓練されている。

そこで、以下の点を物理学Ⅰの授業目的とした。

- （１）自然現象は関連の無い無秩序で偶然のものでは無くそこには法則があるという視点を認識させること。
- （２）日常に見られる身近な現象の中に物理学の対象があること。
- （３）「まず観察する」という態度を身につけ、その後、自分の感性で考えられること。

以上を踏まえて実際の授業においては、毎授業時間の初めに5題ほどの日常的な課題についての質問を課し、30分ほど学生自身に好きなような解釈を記述させる。これは、単に学生の知識を問い、その解答の正確さを問う前にまず学生自身の論理的視点の活性化を図るためである。その後、解説を行う方法をとった。正確に集計を行ったものではないのでかなり印象的なものとなるが、以下にいくつかの説問と学生の反応・問題点等を列記する。

[学生に課した質問・学生の反応と説明]

◎ [質問] 雨滴にはどんな力が働いているのだろうか？ また、落下の速さは、どのように決定されているのだろうか？

[学生の反応] 重力と空気抵抗が関係していることは答えているが、落下の速さがどうきまるかのもう少しの思考はできない。

◎ [質問] 1 m離れて垂らした長さ1 mの紐はどの位平行でしょうか？

[学生の反応] 何でこのような質問が出るのか想像できない。まして、定量的な数値は出せない。

◎ [質問] 月面では体重が軽くなるそうですが、なぜでしょうか？

[学生の反応] 重力が小さいことは多くの学生は知っていてそれを書いている。しかし、その理由となるときちんと説明はできない。更に困ったことに、その値が地球上での何分の1かにこだわっている。

◎ [質問] 電車などに乗って窓の外を見てみると、遠いものは、一緒に動くように見えますか？

[学生の反応] 言われてみるとなるほどと思う疑問だったので、色々考えたようであるが、漠然とした答が多かった。

◎ [質問] 缶飲料の缶のプルアップについて考えよう。

◎ [質問] 電車に乗って目をつむっていると、電車の動きが分からないのは？

[学生の反応] 質問の意味がよく理解できない学生が多くいた。中には「高校まで電車通学でなかったので分からない」という答もあった。

◎ [質問] 包丁でなぜ物が切れるのでしょうか？

◎ [質問] ガスタンクはなぜ丸い

[学生の反応] 「ガスタンク」が何か分からない学生がいた。理由については殆ど答えられなかった。しかし、構造物の形にはそれなりの理由があることを知って驚いたようである。

◎ [質問] ハシとフォークはどちらが便利？

[学生の反応] もちろんこれは正解があるわけでは無く色々な見方があることを理解させたかったわけであるが、ある種の学生には、「一体何が正解なんだ」とイラダチがあった。

◎ [質問] 風車はなぜ回るのか？

〔学生の反応〕教える側としては、あまり大した反応を期待してはいなかったのであるが、気体分子の衝突と運動量の受け渡しで説明したところ、こういうものに説明がつくことに驚いた学生が多かったのにはこちらが驚いた。

◎〔質問〕摩擦の無い床の上では、なぜ滑って歩けないのでしょうか？

◎〔質問〕振り子はなぜ振動するのでしょうか？

◎〔質問〕ボールがよく弾むにはどんな条件が必要でしょう？

◎〔質問〕乗用車とダンプカーが衝突した時、乗用車の方が、飛ばされることが多いのはなぜでしょう？

〔学生の反応〕身近な現象であるし、高校の物理でも出てくるような力学的現象であるので、一生懸命に考えていたが、高校で物理をやってきた学生にはうまく自分の高校までの公式的な知識が使えないことにイライラした反応も見られた。

◎〔質問〕ブランコを漕いだり、押してやる時に大切なことは？

〔学生の反応〕どの位、遊びの経験があるかを聞いてみたわけだが、「タイミング」と答えられたのは数える程であった。これから、固有振動という重要な概念を説明した。

◎〔質問〕薄い紙でも、箱型にするとしっかりしますが？ どうしてでしょう？

◎〔質問〕ステンレスの浴槽とプラスチックの浴槽ではどちらが早くお湯が湧くと考えられるのでしょうか？

〔学生の反応〕これについては演示実験として、教卓上でビーカーに入れた水をヒーターで暖め、温度センサーの表示をモニターテレビに映しだし、各人がグラフ用紙にデータ点をプロットするというのをやらせた。身近であることもあり、温度上昇を定量的に測定することに喜びを感じたようであり、非常に好評であった。

◎〔質問〕冷蔵庫はなぜブーンと音がするか？

〔学生の反応〕まず日頃不思議に思っていたかどうか大切なポイントである。

言われて見れば不思議だという学生が多かった。説明自体はかなりむずかしいものであったはずであるが、いつも身近にある機器のせい、説明で“理解したつもり”の満足感の方が大きかったようである。

◎〔質問〕水中ではなぜ体が軽くなるのでしょうか？

〔学生の反応〕「浮力があるから」と自信満々答えるわけだが、では、浮力とは何ですか？というわれるとお手上げ。

◎〔質問〕耳の中で使う体温計の原理は？

◎〔質問〕体温計はなぜ脇の下にはさむのでしょうか？

〔学生の反応〕これについては、NHKテレビ番組を録画しておいたビデオを見せた。昔からのガラス管のもの、デジタル表示の最近のもの、国毎による測定法、部位の違い等、非常に興味があったようである。

◎〔質問〕電気掃除器はなぜゴミを吸い取れるのでしょうか？

◎〔質問〕血圧とは何でしょう？

◎〔質問〕心臓の鼓動と脈拍はどの位の時間のずれがあるのでしょうか？

〔学生の反応〕医療系の学生にとって基本的知識であるべき物であるが、血流速との区別がはっきりしていない。いくら力学をやったとしても流体の性質に結びついていない。

◎〔質問〕お湯が沸くとき、気泡が出ますが、この気泡はどこから出てくるのでしょうか？

〔学生の反応〕お湯を沸かす演示実験の際に気泡の発生をビデオカメラを接近させモニターテレビで観察させた。これは理屈よりも「まず観察」の大切さを強調したものである。その結果、気泡の発生場所、原因について色々な見解が引き出せた。

◎〔質問〕カメラにはなぜレンズがついているのでしょうか？

◎〔質問〕光源で照らされた物の影はなぜボケているのでしょうか？

◎〔質問〕鏡にはなぜハッキリと像が映るのでしょうか？

〔学生の反応〕この3つはいわゆる幾何光学についての質問であるが、理科教育のエアポケットになっているようで、今の学生には答えようがないようである。

◎〔質問〕光は色々な色を混ぜれば混ぜる程明るくなり、絵の具の色は混ぜれば混ぜるほど暗くなるのは？

〔学生の反応〕光がエネルギーであることを理解してもらった質問であるが、答えられない。

◎〔質問〕世の中にある光の源をいくつか上げて見て下さい。また、その光が出てくる物理現象を説明して下さい。

〔学生の反応〕「太陽光」、「星の光」、「ろうそく」というのを列記しているが、意外に「蛍光灯」を上げた学生が少ないし、各種文字表示に使われている「LED」は誰も答えていなかった。どうしても教科書的知識を持ち出そうとしている。

◎〔質問〕温度とは何でしょうか？

〔学生の反応〕運動エネルギーの平均としての温度について説明できた学生は殆どいなかった。また、温度の測り方を解答とした学生が多かった。物理学的な質問自体が理解できなかったのかもしれない。温度については分子運動論程度のきちんとした説明が必要である。

◎〔質問〕砂遊びの時、乾いた砂は白く、水で濡らした砂は黒いのはなぜでしょうか？

〔学生の反応〕これは、教官にも自信を持っては答えにくい問であり、学生と教官と一緒に考える試みを狙った。しかし、教官の“解答”に期待する思いが強い。

◎〔質問〕デジタル時計などのアラーム音はどうやって鳴っているのでしょうか？

◎〔質問〕デジタルとアナログの違いは？

◎〔質問〕テレビの写りが悪いときアンテナの方向を色々変えますが、アンテナの方向とは何の方向でしょうか？

◎〔質問〕AM、FM放送とはそれぞれどんな方式ですか？

◎〔質問〕電子レンジで物が温まるのはなぜでしょう？

◎〔質問〕永久磁石の磁気の原因は何でしょう？

◎ [質問] カラーテレビはどうやって、カラー画像を表示しているのでしょうか？

これらの間は「考えよう」としてではなく、「知っていますか？」として、質問したものである。色々な機器に囲まれているが、それらについて原理的なことは殆ど知らずまた、あまり「知ろうとも思っていない」のがクッキリと示された。

◎ [質問] X線とは何でしょうか？ また、X線撮影はX線のどんな性質を使っているのでしょうか？

◎ [質問] 原子の大きさはどうやって分かるのでしょうか？ また、原子核の大きさはどうやって分かる（分かった）のでしょうか？

◎ [質問] 核反応で放出されるエネルギーは、化学反応で放出されるエネルギーの何倍程度だと思いますか？ できたら、その根拠も書いて下さい。

◎ [質問] なぜ放射線は恐れられているのでしょうか？

原子物理以降の知識を問うものである。医療技術者として常識的知識を持っていて欲しいものであるが、「言葉は聞いたことがある」という程度であった。この辺は一方的な話になってしまった。「放射線」と聞くととにかく「怖い」という感覚的反應だけであるのは困ったことである。

Ⅲ. 物理学Ⅱ（後期選択・対象：保健学科検査技術/理学療法/作業療法学専攻）の授業内容及び方法

物理学Ⅱにおいては、物理学はどんな学問であるか（考え方・対象）を学ぶことを主眼としたが、ある程度物理学を高校で学んできた学生が今後の専門課程において必要とされる物理現象について知識を学んでおくことは必要である。

今期はこの点をカバーする意味で、後期の物理学Ⅱにおいては、現在の医療検査機器の代表である、超音波装置、X線装置、MRI（核磁気共鳴）装置を理解する為の物理学に重点を絞った講義を行った。

学期を3つ（ほぼ4回づつ）にわけて超音波機器、X線利用機器、MRI装置のそれぞれについて理解に必要な物理的原理から、応用例までの講義を行った。

[超音波入門] 1. 振動現象の表し方 2. 波動の表し方 3. 固定弦での反射 4. 屈折の法則 5. 音波の反射
6. 音波のエネルギーと吸収 7. ドップラー効果 8. 超音波イメージング

[X線入門] 1. X線とは何か 2. X線の発生 3. X線の物質との反応 4. X線CT 5. RI 6. X線検出応用機器

[MRI入門] 1. 磁気モーメント 2. 原子の磁気モーメント 3. 核磁気モーメント 4. 核磁気共鳴 5. スピン緩和
6. MRI装置

Ⅳ. 授業実践の反省と考察

(1) 学生の授業態度及び感想

[物理学Ⅰ]

授業において一方的に話を聞かされることになれて来て、逆に授業の最初に、質問されて、しかもたいてい

の質問は、身近でかつ、当たり前と思っていたことであつたので、当初は戸惑いもあったが、自分で答えようとすると答えられ無いことが多いのに気がついていままでの自分自身の知識がいかにか定型的なものであつたことかを実感した学生が多かつた。受験科目で物理を選んだと思える学生で自分の受験の知識で無理に投げかけられた質問に答を作ろうとしたケースが目だつた。

このような参加型の授業形式はお客さんとなる学生は少なく積極的に関わる学生が殆どで、好評であつた。質問の多くは、中学で学んだ理科の知識が有効に定着していればもっと学生の解答に違いが出るような種類のものではあつたが、殆どそれが生きていなかった。

[物理学Ⅱ]

物理学Ⅱでは物理学Ⅰで飽き足りないであろう、ある程度物理学を高校で学んできた学生が今後の専門課程において必要とされる物理現象について知識を学んでおく為の補足とする意図であつたが、前期において必要単位が満たされたのか、履修者数が非常に少なかつた。

授業時間に配布した「練習問題プリント」の感想欄へ書かれた学生の感想からすると授業内容はかなり学生にとってむづかしいものであつたようである。しかし、話の内容には興味は強いようで、聞いて良かったという感想が多かつた。

非専門の学生にかなり高度な内容の話をする際には、大ざっぱな、概略の話でおおよその感じを捕らえさせることが重要であり、細かい、正確な論理性は必要ないと思う。

(2) 教官側からの授業の反省

[物理学Ⅰ]

100人を越える受講生数の授業としては、学生の主体的取り組みの意識が高く、充実感が高かつたといえよう。しかし、どこまで理解の向上が果たせたかは把握しきれなかつた。今後は、受講後の修得成果を客観的、定量的に把握する方法の工夫が必要と思える。今年度は、最初の試みの為、教卓上での実験をモニターテレビで見せる演示実験は1回しか行えなかつたが、出来るだけ本物を観察する機会を増やしたい。

[物理学Ⅱ]

受講者数は少なかつたが、受講者には受講する意欲が感じられた。今年度が最初の試みであり、十分にこの講義の意図を知らせ、学生に宣伝することが不足していた。物理的内容を理解するために、必要最低限の数学的な基礎(ベクトル解析、線形微分方程式)が不足しているように感じられた。

V. 考察と今後の改善点

以上においてはおもに高校での履修状況・学生の気質等の分析から、このような学生に「物理学」をいかに修得させるかにポイントを置いてきたが、振り返って教える側の問題に目を転じてみる。医療短大で一般教育を長年来担当してきたものとしてさえももっとはつきりとさせたいのは、「専門基礎教育」と位置付けられている物理学に保健学科として何を期待しているかということである。これは大学教育の目的をどこに置くかにも絡む問題であり一つに結論付けること自体できないが、各専攻での議論に戻ってまでも「少なくとも議論すべきこと」と考える。これがはつきりしないと、ともすると担当した物理教官の一人よがりな自己満足の授業内容となる。

また、担当者が変わる毎にその科目の授業目的が変わるということは決して正常とは言えないのではないだろうか？

専門課程における教育の結果が比較的目に見え易いのに対し、基礎的教育の成果は見えにくく、かつ、ボデーブローの如くどこかに効いてくるものだからこそ重要であろう。

今年度は、保健学科の最初の学生受け入れを受けて、物理学の授業内容・方法を大幅に変更してみたということで、その結果についての定量的測定まで手が回らなかったというのが実状であった。従って、次年度には授業終了後、受講目的の到達度を評価する方法を工夫したい。一方、学生の受講動機を単に単位をとるのに「楽そうなもの」ということからもっと積極的動機にするためにも、専門科目との関連性をシラバスにおいてフローチャートとして示すことができたなら良いと思う。この為には、専門課程で授業に携わる教官との密接な連携が必要とされる。

上述したことであるが、中学で学んだ理科が有効に定着していれば、たとえ高校での理科教育が現在のように受験勉強の片隅においやられる時期があっても、もう少し科学的な思考法がとれると思われる。この「定着」の為には、高校での理科教育がもっと量は少なく内容は「科学的思考法」に重点を置き、中学での理科を「反すう」し「熟成」するようなタイプのものとなる必要がある。これが高校で出来ないなら、その部分を大学でやらなければならないであろう。以前は実態は別にしても、教養部にその責任があったが、いわば、現在は誰もその任を自覚していないのではないかと考える。このことは、直接的には学生が被害者となることであり、長期的には社会からの大学への批判となるであろう。

New type Lectures of Physics for the Students of the Department of Health Science

HOMMA, Yasuhiro (Associate Professor, Faculty of Engineering, Kobe University)

ABSTRACT: New type lectures of physics was given for the first students of the Department of Health Science. Only a few students of the Department of Health Science have learned physics in high school. Moreover, they have been accustomed to be taught knowledgments unilaterally.

So physics for those students may be a dogma that is written in books. The primary aim of physics, needless to say, is to find hidden rules in natural phenomena observed or measured using the current human intelligence. Inevitably, physics shouldn't be taught as a completed or fixed dogma. And many scientific ideas are applied to medical examining machines such as ultrasonic-imaging, X-ray CT and MRI. The students will encounter those machines directly or indirectly(seeing the report of some examination). Without the knowledge about principal of such machines, they could only hear the number printed on the medical certificate.

There is a great gap between the knowledge of students and one's required to them. New type lectures tried may be an attempt to make up this gap. In the lecture of Introductory Physics, some questions about phenomena seen in our daily life or household articles were given to them at first. The merits of this method are (1)students can feel the lecture time as their own one and this will effectively activate their intelligence;(2)students can learn the method of physics from things close to them in their daily life. This is just the problem that they will encounter in their future place of work.

In the lectures of General Physics, the fundamental law of physics for understanding most recent medical examining machines like ultrasonic imaging, X-ray CT and MRI was lectured. This was intended to motivate their enthusiasm for studying current medical systems. The results of this trial are summarized as following.

[Introductory Physics]

(1)The knowledges of the students don't work effectively for considering natural phenomena even qualitatively. Especially it seems difficult for them to find the rule governing natural phenomena even in that close to their daily life.

(2)Their way of consideration is that at first they remind the formula or physics term seemed related(if they failed in this process, they couldn't do any investigation about current problems), and then try to apply these to current problem.

Once the student have recognized the limitation of their consideration themselves, the description given by the teacher have been very effective for their understanding physics. All the above problems stem from the separation between real objects and the law of physics they learned on papers (in other words, lack of experiences).

[General Physics]

(1)The contents of lectures seemed to be rather difficult for the students.

This was seen from questionnaire column in the print distributed every lectures. (2)The author has felt the lack of essential knowledgment about the fundamental mathematics(such as ,vector analysis, linear algebra). This makes for the students to be difficult for learning physics.

But, the enthusiasm for learning the physics for their concern seemed very strong. In fact, it may not be the primary purpose to make the students acquainted detailed physics pricipal. I think it have primary importance that the students get any global idea about medical examination machines.

[Physics lectures as elementary education for professional study]

In turn to our educational system in Kobe University, most serious problem is a separation between educational curriculum in proffesional study and that of elementary education. Physics lectures should have stiff relation with the professinal education. Without this , the teaching staff will tend to teach physics with his professionalism. This wouldn't be fitting for students aiming at anot her professionalism.

The system which arranges a course of elementary education and that of professinal education is needed, especially in our Kobe University, where the educatinal reform has been done for several years. One of the most important point of the reformation is that every department has agreed to have its resposibility for the genaral education.

This is the request from students, in other words, from our society.